Préparation à l'écrit

26 Vitrage

Partie I

1. a. Le transfert thermique peut avoir lieu par convection ou par rayonnement.

b. Le transfert thermique Q fourni par le radiateur à la pièce pendant la durée de référence $\Delta t_{réf}$ provient intégralement du travail électrique $W_{élec}$; donc $Q = W_{élec}$.

Or $W_{élec} = U \times I \times \Delta t_{chauffage}$ et $I = \frac{U}{R}$ soit $W_{élec} = \frac{U^2}{R} \times \Delta t_{chauffage}$.

On sait que $\Delta t_{chauffage} = 0{,}10 \times \Delta t_{réf}$ d'où $W_{élec} = 0{,}10 \times \frac{U^2}{R} \times \Delta t_{réf}$.

On en déduit $Q = W_{élec}$ devient $Q = 0{,}10 \times \frac{U^2}{R} \times \Delta t_{réf}$.

2. Un transfert thermique par conduction et convection se produit de la pièce (plus chaude) vers l'extérieur (plus froid). On a donc :

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t_{réf}} = 0{,}10 \times \frac{U^2}{R}.$$

Application numérique :

$$\Phi = 0{,}10 \times \frac{(230\ \text{V})^2}{25{,}0\ \Omega}, \text{ soit } \Phi = 212\ \text{W}.$$

3. On a $\Phi = \frac{T_1 - Te}{R_{th}}$ et donc $R_{th} = \frac{T_1 - Te}{\Phi}$.

Soit $R_{th} = \frac{293\ \text{K} - 273\ \text{K}}{212\ \text{W}}$;

$R_{th} = 0{,}095\ \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, résistance thermique proche de $0{,}10\ \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.
Le vitrage est formé de deux couches de verre entre lesquelles s'intercale une épaisseur d'argon. Ce dernier gaz est formé de « gros » atomes qui se déplacent moins vite que les molécules de diazote et dioxygène à énergies cinétiques identiques : les transferts thermiques par convection sont ainsi plus difficiles.

Partie II

1. Le système étudié {pièce et baie vitrée} est supposé incompressible et au repos macroscopique. Le système est dans l'état initial à $T_1 = 293$ K, dans l'état final à T. Le seul transfert d'énergie entre le système et l'air extérieur est un transfert thermique Q par convection, donc $W = 0$ J.

D'après le premier principe de la thermodynamique, $\Delta U_{i \to f} = W + Q$, donc $\Delta U_{i \to f} = Q$.
Or pour un intervalle de temps Δt court Φ est supposé constant : $Q = \Phi \times \Delta t$.
Pour un système incompressible, $\Delta U_{i \to f} = C \times \Delta T$.
$\Delta U_{i \to f} = Q$ devient $C \times \Delta T = \Phi \times \Delta t$.

2. De plus, d'après la loi de Newton, $\Phi = h \times S \times (T_e - T)$;
d'où $Q = h \times S \times (T_e - T) \times \Delta t$.
$C \times \Delta T = \Phi \times \Delta t$ s'écrit donc aussi :
$C \times \Delta T = h \times S \times (T_e - T) \times \Delta t$

ou $\frac{\Delta T}{\Delta t} = -\frac{h \times S}{C} \times T + \frac{h \times S}{C} \times T_e$.

C'est l'**équation différentielle** vérifiée par la température T du système.
Lorsque Δt tend vers zéro, la limite de $\left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)$ est égale à la dérivée de T par rapport au temps t notée $\frac{dT}{dt}$, on peut donc écrire :

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{h \times S}{C} \times T + \frac{h \times S}{C} \times T_e.$$

3. La solution générale de l'équation différentielle $y' = a \times y + b$ $(a \neq 0)$ a pour forme :

$y = K \times e^{ax} - \frac{b}{a}$ avec K un réel.

Ici, les solutions sont de la forme :

$$T = K \times e^{-\frac{h \times S}{C} \times t} + T_e.$$

Initialement, $T(0) = T_1$; il vient $T(0) = K + T_e$.
$T_1 = K + T_e$ d'où $K = (T_1 - T_e)$.
On a donc finalement :

$$T = (T_1 - T_e) \times e^{-\frac{h \times S}{C} \times t} + T_e.$$

4. À l'état final, $t_f = -\frac{C}{h \times S} \times \ln\left(\frac{T_f - T_e}{T_1 - T_e}\right)$.

Ici $T_e = 273$ K ; $T_1 = 293$ K et $T_f = 289$ K.

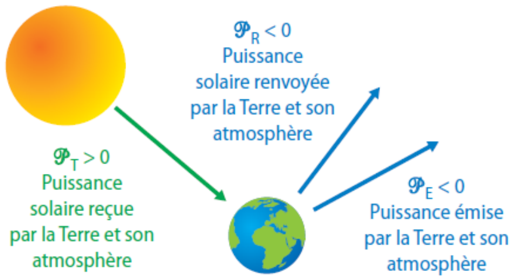
$$t_f = -\frac{100 \times 10^3\ \text{J·K}^{-1}}{10\ \text{W·m}^{-2}\text{·K}^{-1} \times 8{,}0\ \text{m}^2} \times \ln\left(\frac{289\ \text{K} - 273\ \text{K}}{293\ \text{K} - 273\ \text{K}}\right),$$

soit $\Delta t = 2{,}8 \times 10^2$ s ou environ 4 min 40 s.

27 Extinction Permien-Trias

1. a. En haute atmosphère, les poussières les plus fines et les molécules de dioxyde de soufre diffusent les rayons du Soleil et diminuent la quantité de radiations qui traversent l'atmosphère ; ce qui va accroître l'opacité atmosphérique. La puissance solaire renvoyée par diffusion ou réflexion va augmenter et l'albédo va augmenter (on suppose que la puissance solaire rayonnée incidente demeure constante donc que les cycles solaires ne varient pas pendant cette durée).

b. $\mathcal{P}_T + \mathcal{P}_R + \mathcal{P}_e = 0$.



c. $T_T = \left(\dfrac{p_T + p_R}{\sigma}\right)^{\frac{1}{4}}$ en ne tenant compte que de l'albédo avec $p_T > 0$ et $p_R < 0$.

Quand $\alpha_1 = 0{,}32$, on a $p_R = -0{,}32 \times p_T$ et donc $T_{T1} = \left(\dfrac{0{,}68 \times p_T}{\sigma}\right)^{\frac{1}{4}}$.

Quand $\alpha_2 = 0{,}36$, on a $p_R = -0{,}36 \times p_T$ et donc $T_{T2} = \left(\dfrac{0{,}64 \times p_T}{\sigma}\right)^{\frac{1}{4}}$.

On a donc $T_{T_2} - T_{T_1} = \left(\dfrac{p_T}{\sigma}\right)^{\frac{1}{4}} \times \left(0{,}64^{\frac{1}{4}} - 0{,}68^{\frac{1}{4}}\right)$;

Soit $T_{T_2} - T_{T_1} = \left(\dfrac{3{,}5 \times 10^2\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}}{5{,}67 \times 10^{-8}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}}\right)^{\frac{1}{4}} \times \left(0{,}64^{\frac{1}{4}} - 0{,}68^{\frac{1}{4}}\right)$;

$T_{T_2} - T_{T_1} = -3{,}8$ K ou $-3{,}8$ °C, ce qui est bien un refroidissement proche de -5°C.

2. Lors du rejet de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, la quantité de gaz à effet de serre augmente ; les radiations infrarouges émises par la Terre sont renvoyées vers le sol par ces gaz à effet de serre, ce qui explique l'augmentation de la température à la surface de la Terre.

Préparation à l'ECE

1. Le mode de transfert thermique entre l'intérieur de la boîte et le milieu extérieur est la convection.

2. La présence de duvet introduit une plus grande résistance thermique ; le refroidissement doit être plus lent : la courbe rouge correspond à la cloison munie de plumes, la bleue à la cloison sans plumes.

3. L'équation différentielle vérifiée par la température du système {boîte et cloison} s'écrit également :

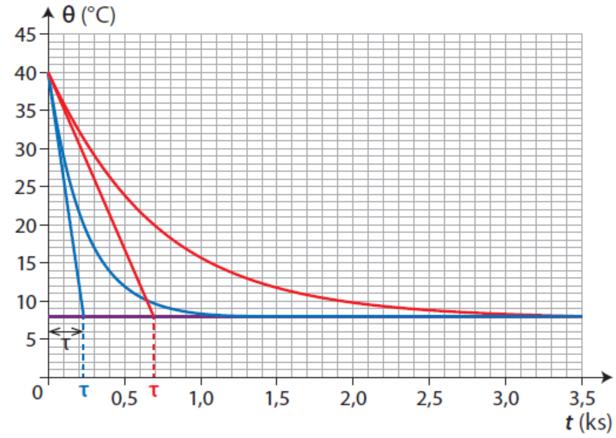
$\dfrac{d\theta}{dt} = -\dfrac{1}{\tau} \times \theta + \dfrac{1}{\tau} \times \theta_e$; c'est une équation différentielle du premier ordre du type $y' = ay + b$. Les solutions de l'équation différentielle $y' = ay + b$ ont pour forme :

$y = K \times e^{a \times x} - \dfrac{b}{a}$ avec K un réel et $a \neq 0$.

Elles s'écrivent donc $\theta = K \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$.

Or à $t = 0$, $\theta(0) = \theta_i$. On a donc $K = (\theta_i - \theta_e)$, d'où la solution de l'équation : $\theta = (\theta_i - \theta_e) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_e$.

4. On relève $\tau = 240$ s dans le premier cas, sans plumes, d'après les données et $\tau = 700$ s dans le second cas, avec plumes.



5. a. Sur calculatrice, on obtient la valeur moyenne $\overline{\tau} = 716$ s ; l'écart type expérimental $\sigma_{n-1} = 40$ s. On en déduit l'incertitude-type $u(\tau) = \dfrac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$ soit $u(\tau) = \dfrac{40\ \text{s}}{\sqrt{6}} = 16$ s (voir la fiche p. 454, incertitude-type, évaluation de type A).

b. $\tau = 716 \pm 16$ s.

6. L'expérience réalisée par le groupe d'élèves confirme que le plumage constitue une surface isolante qui minimise le flux thermique traversant la paroi du milieu intérieur vers le milieu extérieur ; ceci puisque τ est plus grand en présence de plumes dans la cloison et donc le refroidissement nettement plus lent.